

Aus der Kinderklinik
der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

**Echokardiographische Untersuchungen
zur Kontraktilität des linken Ventrikels
im Kindesalter.**

Hubert Seggewiß
aus Bocholt
1981



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554821_0045

Aus der Kinderklinik der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster

Echokardiographische Untersuchungen zur
Kontraktilität des linken Ventrikels im
Kindesalter.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Fachbereiche

5 Vorklinische und Theoretische Medizin und
6 Klinische Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Hubert Seggewiß

aus Bocholt

1981



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Prof. Dr. med. H.-J. Kühle

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. F. Hilgenberg

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. F. Bender



Aus der Kinderklinik
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Referent: Prof. Dr. med. Hilgenberg

Korreferent: Prof. Dr. med. Bender

Z u s a m m e n f a s s u n g

Seggawiß, Hubert

ECHOKARDIOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR KONTRAKTILITÄT DES
LINKEN VENTRIKELS IM KINDESALTER

In der vorliegenden Arbeit wurden bei 42 herzgesunden Kindern der Universitätskinderklinik Münster die echokardiographisch ermittelten indirekten Kontraktilitätsparameter V_{CFmean} , V_{CFmax} , ΔV_{CF} und die enddiastolische Hinterwanddicke LVPW mit Hilfe des "Test auf Güte der Anpassung" daraufhin untersucht, ob die Werte normalverteilt sind.

Untersucht wurde weiterhin die Frage nach der linearen Beziehung von V_{CFmean} , V_{CFmax} und ΔV_{CF} zu den Daten Körperoberfläche, Körpergröße, Körpergewicht, Herzfrequenz, systolischer und diastolischer Blutdruck durch Berechnung der jeweiligen Korrelationskoeffizienten.

Die Untersuchung der Verteilung von V_{CFmean} , V_{CFmax} und ΔV_{CF} ergab, daß ihre Werte, ebenso wie die die linksventrikulären Hinterwanddicke LVPW, einer Normalverteilung folgen. Die Verteilung der Werte läßt aber den Schluß nicht zu, daß eine einzelne Bestimmung der indirekten Kontraktilitätsparameter eine Aussage über eine normale oder pathologische Funktionsfähigkeit des Myokards des linken Ventrikels eines Patienten ermöglicht.

Die Berechnung der Korrelationskoeffizienten ergab eine mittelstarke Korrelation lediglich für V_{CFmean} /Herzfrequenz, die besagt, daß bei steigender Herzfrequenz die Werte für V_{CFmean} steigen.

Schließlich interessierte, ob ΔV_{CF} in seinem Aussagewert V_{CFmean} und V_{CFmax} überlegen ist. Bei der Bearbeitung dieser Fragestellung ließ sich feststellen, daß ΔV_{CF} im Vergleich zu V_{CFmax} aussagekräftigere Ergebnisse erzielt, während gegenüber V_{CFmean} eine geringere Aussagekraft ermittelt wurde.

Tag der Promotion:

11.12.1981

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abkürzungsverzeichnis.....	III
A: <u>EINLEITUNG</u>	1
B: <u>LITERATURÜBERBLICK</u>	3
I. Echokardiographische Untersuchungsmethoden des linken Ventrikels.....	3
II. Die Kontraktilität.....	5
C: <u>METHODE</u>	8
I. Auswahl der Patienten.....	8
II. Registrierung der Echokardiogramme.....	10
III. Auswertung der Echokardiogramme.....	12
IV. Berechnung der Werte.....	16
D: <u>EIGENE UNTERSUCHUNGEN</u>	18
- Zusammenfassung der Problemstellung	
I. Prüfung der Normalverteilungen.....	21
1a) Mittlere circumferentielle Faserver- kürzung V_{CFmean}	21
1b) Maximale circumferentielle Faserver- kürzung V_{CFmax}	24
1c) ΔV_{CF}	27
2) Enddiastolische Hinterwanddicke LVPW.....	30
II. Prüfung der Korrelationen.....	33
1) Mittlere circumferentielle Faserver- kürzung V_{CFmean}	33

2) Maximale circumferentielle Faserver-	
kürzung V_{CFmax}	40
3) ΔV_{CF}	44
S: <u>DISKUSSION DER ERGEBNISSE</u>	45
F: <u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	49
G: <u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	50
H: <u>DANKSAGUNG</u>	55
I: <u>LEBENS LAUF</u>	56

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

CE:	kontraktiler Element des Muskels
CW:	Brustwand
ED:	enddiastolischer Durchmesser des linken Ventrikels
EKG:	Elektrokardiogramm
Epi:	Epikard
ES:	endsystolischer Durchmesser des linken Ventrikels
HOCM:	Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie
IVS:	Interventrikularseptum
LV:	linker Ventrikel
LVET:	linksventrikuläre Auswurfzeit
LVPW:	linksventrikuläre Hinterwand
Peri:	Perikard
V_{CFmax} :	maximale circumferentielle Faserverkürzung
V_{CFmean} :	mittlere circumferentielle Faserverkürzung
ΔV_{CF} :	Differenz der mittleren von der maximalen circumferentiellen Faserverkürzung
V_{max} :	maximale Kontraktionsgeschwindigkeit eines kontraktilen Elements des Muskels in vitro

A: EINLEITUNG

Nachdem vor 25 Jahren I. Edler und C. H. Hertz (EDLER, I., 1954) die erste Arbeit über Ultraschalluntersuchungen am menschlichen Herzen veröffentlicht hatten, erwachte das Interesse an dieser nichtinvasiven Untersuchungsmethode bei den Kardiologen. In der ersten Zeit der Echokardiographie galt dieses Interesse besonders den anatomischen bzw. den pathologisch veränderten Strukturen des Herzens (EDLER, I., 1961; FEIGENBAUM, H., 1965 u. 1968). Die jüngeren Forschungen (z.B. FEIGENBAUM, H., 1975) befassen sich aber zunehmend mit funktionsdiagnostischen Fragen auf dem Gebiet der Kardiologie.

Die hier vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Funktionsdiagnostik des linken Ventrikels. Es wird versucht, die Frage zu beantworten, ob die Werte der maximalen circumferentiellen Faserverkürzung V_{CFmax} , der mittleren circumferentiellen Faserverkürzung V_{CFmean} und der Differenz dieser beiden Größen ΔV_{CF} als indirekt zu bestimmende Kontraktilitätsparameter bei den untersuchten Patienten einer Normalverteilung folgen. Weiterhin soll untersucht werden, ob die Normalwerte so verteilt sind, daß man bei späteren Untersuchungen mit Hilfe der Kontraktilitätsparameter zwischen einer normalen und pathologischen Funktionsfähigkeit des Myokards eines Patienten unterscheiden kann.

Ob eine Beziehung zwischen den Funktionsparametern und ohne großen Aufwand klinisch zu bestimmenden Größen wie der Körpergröße oder dem systolischen Blutdruck, um nur zwei Beispiele

zu nennen, besteht, ist ein weiterer Gesichtspunkt der vorliegenden Arbeit.

Schließlich soll untersucht werden, inwieweit sich ΔV_{CF} von den Parametern V_{CFmean} und V_{CFmax} bzgl. dieser beiden Fragestellungen unterscheidet, und ob sich mit ΔV_{CF} bessere Resultate, d.h. eine bessere klinische Anwendbarkeit bzgl. der Verteilung und eine bessere Beziehung zu klinischen Parametern, erzielen lassen.

B: LITERATURÜBERBLICK

I. Echokardiographische Untersuchungsmethoden des linken Ventrikels

I. Edler und C. H. Hertz beschrieben 1954 als erste die Bewegung der Herzwände mit Hilfe des Ultraschalls (EDLER, I., 1954). Einige Jahre später untersuchte wiederum I. Edler als erster die Echos der Hinterwand des linken Ventrikels. Er beobachtete während der Kammerystole eine Einwärtsbewegung der Hinterwand von ca. 1 cm (EDLER, I., 1961).

Die erstmalige Beschreibung des Perikardergusses mit Hilfe der Echokardiographie durch Feigenbaum et al war durch die Identifizierung der linksventrikulären Hinterwand möglich (FEIGENBAUM, H., 1965).

In der folgenden Zeit diente die Hinterwand des linken Ventrikels als Gradmesser des Funktionszustands des Kammermyokards sowohl in Ruhe als auch unter Belastung (BOWYER, A. F.; KRAUNZ, R. F., 1970) und nach Gabe vasoaktiver Medikamente (KRAUNZ, R. F., 1971).

Durch gleichzeitige Registrierung der Strukturen von Hinterwandendo- und -epikard wurde eine Aussage über die Hinterwanddicke des linken Ventrikels möglich (FEIGENBAUM, H., 1968). Später ergaben sich gute Korrelationen zwischen den echokardiographisch und cineangiographisch bestimmten Meßwerten dieses Parameters (MURRAY, J. A.; SJOGREN, A. L.). Über die Messung der Hinterwanddicke hinaus wurde die Beeinflussung dieser Größe durch pathologische Veränderungen

des Herzens untersucht. Es ergab sich bei der Aortenklappenstenose und bei linksventrikulärer Hypertrophie anderer Ursache (GROSSMAN, W.) eine Dickenzunahme der Hinterwand, während die HOCM die Hinterwanddicke unbeeinflusst läßt. Gleichzeitige Aufzeichnung der Echostrukturen der Hinterwand und des Interventrikularseptums ermöglichte die Messung innerer Durchmesser des linken Ventrikels. Mit diesen Werten berechnete man das Volumen der linken Kammer (FORTUIN, N. J., 1971, POMBO, J. F.).

Schon bald erkannte man die Grenzen der Volumenbestimmung, da zwar bei nicht pathologisch veränderten Herzen eine gute Korrelation zwischen den inneren Durchmessern und dem linksventrikulären Volumen besteht (FEIGENBAUM, H., 1975), bei pathologischen Veränderungen aber, wie z.B. bei Erkrankungen der Koronararterien (FEIGENBAUM, H., 1972) und beim Herzwandaneurysma (FEIGENBAUM, H., 1975), eine genaue Bestimmung des Volumens mit Hilfe der inneren Durchmesser des linken Ventrikels wegen der Formveränderung des linken Ventrikels während der Systole nicht möglich ist.

Die Berechnung der inneren Durchmesser führte zur Funktionsbeschreibung des linken Ventrikels durch die circumferentielle Faserverkürzung (COOPER, R. H.; LUDBROCK, P.; HIRSCHFELD, S.; KARLINER, J. S., 1972; u.a.).

Neueste Möglichkeiten auf dem Gebiet der Funktionsdiagnostik des linken Ventrikels bieten sich durch die zweidimensionale echokardiographische Darstellung des linken Ventrikels.

II. Die Kontraktilität

Die Kontraktionsanpassung des Herzmuskels an unterschiedliche Belastungen geschieht auf zwei verschiedene Arten.

- 1) "Änderung der vorgegebenen Muskellänge = Frank-Starling-Mechanismus.
- 2) Änderung der Kontraktilität = Inotropie" (SONNENBLICK, E.H.).

Zum zweiten Punkt schreibt Bauereisen:

"Die Inotropie oder Änderung der Kontraktilität ist dadurch gekennzeichnet, daß es bei gleicher Sarkomerlänge zu einer Steigerung der Kontraktionsgeschwindigkeit und -größe kommt.

Da die Zahl der Aktin-Myosin-Interaktionsorte unverändert bleibt, müssen die einzelnen Interaktionen beschleunigt ablaufen. Ein inotroper Einfluß bewirkt demnach eine Kontraktilitätsänderung durch Beschleunigung der einzelnen Aktin-Myosin-Interaktionen" (BAUEREISEN, E.).

Die Kontraktilität gibt demnach die Geschwindigkeit der Aktin-Myosin-Interaktionen an.

Wie mißt man die Kontraktionsgeschwindigkeit?

In vitro gibt die maximale Kontraktionsgeschwindigkeit $V_{\max}$ eines kontraktilel Elements (CE) des Muskels bei einer Belastung 0 ein gutes Kontraktilitätsmaß (SONNENBLICK, E. H.).

$V_{\max}$ ist darüber hinaus ein empfindlicher Parameter bei Änderungen der Kontraktionsgeschwindigkeit durch äußere Einflüsse, wie eine Erhöhung der Kontraktilität durch Norepinephrine, Calcium, Digitalis-Glykoside und durch die Erhöhung der Herzfrequenz (SONNENBLICK, E. H.).

Die Bestimmung von $V_{\max}$ ist aber unter in vivo Bedingungen

nicht möglich, da hier der Herzmuskel den Änderungen von Preload und Afterload unterliegt, d.h.: es wird kein Zustand mit der Belastung "O" erreicht. Hier hat man sich geholfen, indem man den Druckanstieg/Zeiteinheit, bezogen auf den Ausgangsdruck "P", im linken Ventrikel gemessen hat (MASON, D. T.). Dieser Wert $\frac{dp/dt}{P}$ ist der hinreichend genaue klinisch meßbare Parameter der Kontraktilität anstelle des in vivo Parameters V_{max} (MASON, D. T.). Er reagiert ebenso wie V_{max} sensibel auf Erhöhung der Kontraktilität durch Norepinephrine, Calcium und Acetylstrophantin und auf Erniedrigung durch Pentobarbital.

In verschiedenen Arbeiten wurde als Weiterentwicklung von $\frac{dp/dt}{P}$ cineangiographisch mit Hilfe der Durchmesser des linken Ventrikels die durchschnittliche (V_{CFmean}) und die maximale (V_{CFmax}) circumferentielle Faserverkürzung als indirekter Kontraktilitätsparameter mit Erfolg gewählt (KARLINER, J. S. 1971; FISHER, E.; FORTUIN, N. J., 1972; PETERSON, K. L.). Dabei wird mit Hilfe der Änderung des Durchmessers der betrachteten Schnittebene des linken Ventrikels während der Herzaktion auf die Kontraktilität des gesamten Kammermyokards geschlossen.

Die Echokardiographie ermöglicht die nicht invasive Messung der Durchmesser des linken Ventrikels (FORTUIN, N. J., 1971; POMBO, J. F.; POPP, R. L., 1970). Damit ist es möglich geworden, die zunächst nur angiographisch bestimmten indirekten Kontraktilitätsparameter V_{CFmean} und V_{CFmax} auch auf eine den Patienten schonende Weise zu gewinnen und klinisch zu ver-

werten (SAHN, D. J.; QUINONES, M. A., 1975 b u. 1975 a; GOLDBERG, St.J.), zumal vergleichende Untersuchungen ergeben haben, daß die angiographisch und echokardiographisch gewonnenen Werte für V_{CFmean} und V_{CFmax} gut korrelieren ($r = 0,84$ - $r = 0,97$)(LUDBROCK, P.; QUINONES, M. A., 1974 u. 1975 a; COOPER, R. H.).

Mehrere Autoren erkannten die echokardiographisch gefundenen Werte für V_{CFmean} und V_{CF} als guten Beurteilungsparameter für den kontraktilen Status des Herzmuskels an (BELENKIE, I.; BENZING, G.).

V_{CFmean} und V_{CFmax} reagieren ebenso wie die oben beschriebenen Kontraktilitätsparameter V_{max} und $\frac{dp}{dt}_P$ auf medikamentöse Steigerung der Kontraktilität mit einem Anstieg (QUINONES, M. A., 1975 a). Bei Vergrößerung des Preload erhöhen sich die Werte, bei Heraufsetzen des Afterload verringern sie sich (QUINONES, M. A., 1975 a. u. b). Auch sind statistisch gesicherte Veränderungen der maximalen und durchschnittlichen circumferentiellen Faserverkürzung zwischen Gruppen mit und ohne pathologischen Veränderungen am Herzen nachweisbar (BENZING, G.; LUDBROCK, K. P.; COOPER, R. H.).

C: METHODE

I. Auswahl der Patienten

Vom 1. 4. 1978 an wurden über einen Zeitraum von vier Monaten alle Kinder der Schulkinderstation der Universitätskinderklinik Münster untersucht. Aus dem Kollektiv ausgeschlossen wurden:

- 1) Kinder mit bekanntem Herzfehler.
- 2) Kinder, bei denen während der echokardiographischen Untersuchung ein pathologischer Herzbefund erhoben wurde.
- 3) Kinder mit Hypertonus.
- 4) Kinder, bei denen eine Untersuchung wegen Adipositas und Thoraxdeformitäten keine auswertbaren oder vergleichbaren Echokardiogramme ergab.
- 5) Kinder, deren Eltern die Zustimmung zur Untersuchung verweigerten.

Von den ursprünglich 62 untersuchten Kindern wurden schließlich unter Berücksichtigung dieser Auswahlkriterien 42 Patienten für die Bearbeitung der Fragestellung berücksichtigt.

Die persönlichen Daten und Untersuchungsergebnisse der Patienten wurden jeweils auf einem Erfassungsbogen, wie er in Abb. 1 dargestellt ist, zusammengetragen.

Pat. - Nr.: 51		Name: N. N.		geb.: 26.12.65		Geschlecht: w.	
V _{CFmean} : 1,03 circ/sec		Echokardiogramm (s. Abb. 2: S. 12)					
V _{CFmax} : 1,95 circ/sec							
ΔV _{CF} : 0,92 circ/sec							
LVPW: 0,55 cm							
LVET: 0,336 sec							
Körpergröße: 150 cm							
Körperoberfläche: 1,436 m ²			1. Zyklus	2. Zyklus	3. Zyklus	4. Zyklus	5. Zyklus
Körpergewicht: 50,3 kg		ED	4,39 cm	4,65 cm	4,5 cm	4,25 cm	4,64 cm
		ES	3,13 cm	2,88 cm	2,88 cm	2,88 cm	2,88 cm
RR: 90/65 mmHg		LVET	0,3 sec	0,35 sec	0,35 sec	0,35 sec	0,34 sec
		V _{CFmean}	0,96 circ/sec	1,09 circ/sec	1,03 circ/sec	0,93 circ/sec	1,12 circ/sec
Herzfrequenz: 72 sec ⁻¹		V _{CFmax}	1,97 circ/sec	1,6 circ/sec	1,7 circ/sec	1,97 circ/sec	2,5 circ/sec
		LVPW	0,55 cm	0,57 cm	0,55 cm	0,54 cm	0,54 cm

Abb. 1: Erfassungsbogen der Patienten

II. Registrierung der Echokardiogramme

Mit dem EchoCARDIOvisor 01 der Fa. Organon Teknika wurden die echokardiographischen Untersuchungen vorgenommen. Der Schallkopf besitzt einen Durchmesser von 13 mm bei einer Focussierung auf 5 cm. Die Frequenz beträgt 2,25 MHertz.

Das Echokardiogramm konnte während der Untersuchung auf einem Oszillographen verfolgt werden. Dabei wurde jeweils bei jedem Patienten entschieden, zu welchem Zeitpunkt das der Auswertung zugeführte Echokardiogramm auf Kodak-Fotopapier aufgezeichnet wurde.

Während des ganzen Untersuchungsganges wurde parallel dem Echokardiogramm das EKG des Patienten mit Hilfe von drei Brustwandelektroden abgeleitet und ebenfalls aufgezeichnet. So erhielt man die Darstellung des zeitlichen Zusammenhangs zwischen elektrischen und mechanischen Vorgängen des Herzens.

Die Registriergeschwindigkeit der Aufzeichnung betrug 50 mm/sec.

Die echokardiographische Untersuchung der Kinder wurde in Rückenlage vorgenommen. Falls die Strukturen des linken Ventrikels nicht befriedigend darzustellen waren, wurde ausnahmsweise auch in Linksseitenlage des Patienten untersucht und registriert. Auf die beschriebene Weise ließen sich in 42 Fällen auswertbare Echokardiogramme darstellen, während die Echokardiogramme von 20 Patienten verworfen werden mußten.

Bevor die für unsere Fragestellung interessierenden Strukturen des linken Ventrikels dargestellt wurden, wurde das Herz des Patienten jeweils in einem üblichen echokardiographischen Untersuchungsgang betrachtet, um mögliche pathologische Befunde zu erfassen. So wurde bei einem Patienten ein kleiner Perikarderguß diagnostiziert. Deshalb wurde dieser Patient aus dem Kollektiv genommen.

Die Strukturen des linken Ventrikels wurden dargestellt, indem der Transducer im 3. oder 4. ICR parasternal aufgesetzt wurde (POPP, R. L., 1975). Es wurden das Interventrikularseptum und die Hinterwand des linken Ventrikels am unteren Rand des Mitralsegels aufgezeichnet (POPP, R. L., 1975; SAHN, D. J.). Nur diese Untersuchungstechnik läßt eine Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit der erzielten Ergebnisse zu. Es wurden jeweils mindestens fünf Herzzyklen eines Patienten auf Fotopapier aufgezeichnet.

III. Auswertung der Echokardiogramme

Die folgende Abbildung 2 zeigt eine Aufzeichnung eines Echokardiogramms, wie sie der Auswertung zugeführt wurde.

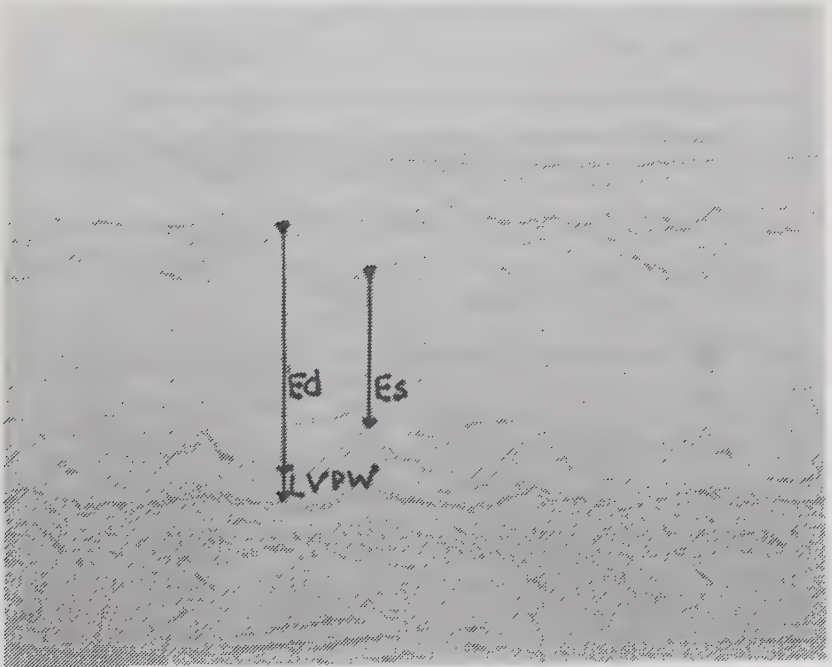


Abb. 2: Echokardiogramm

Zur besseren Verständlichkeit seien in der folgenden Graphik die Strukturen eines Echokardiogramms hervorgehoben, die in dieser Arbeit ausgewertet wurden. (s.Abb. 3)

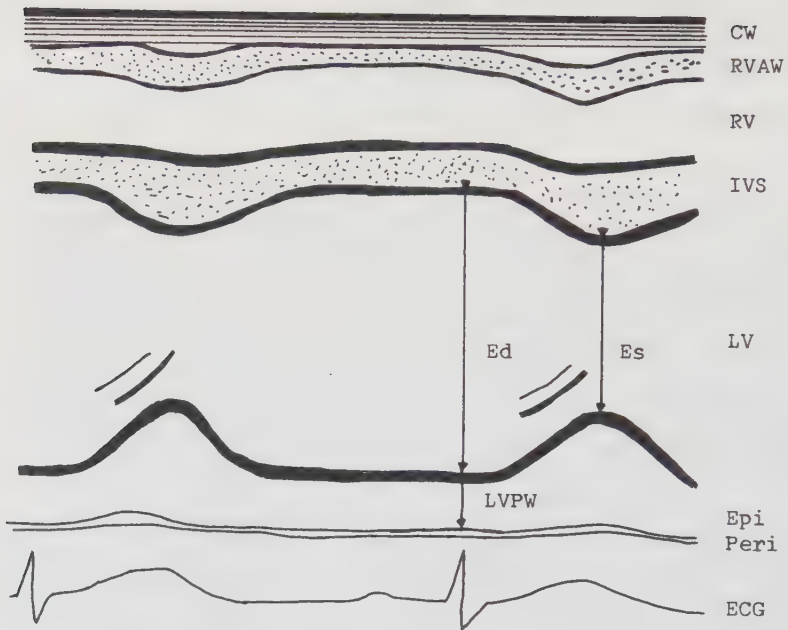


Abb. 3: Graphik der echokardiographischen Darstellung des linken Ventrikels (ROELANDT, J.)

CW: Brustwand

RVAW: rechtsventrikuläre Vorderwand

RV: rechter Ventrikel

IVS: Septum interventriculare

LV: linker Ventrikel

LVPW: linksventrikuläre Hinterwand

Epi: Epikard

Peri: Perikard

ECG: EKG

Ed: enddiastolischer Durchmesser des linken Ventrikels

Es: endsystolischer Durchmesser des linken Ventrikels

Bestimmt wurden in jedem ausgewerteten Herzzyklus:

- 1) ED: enddiastolischer Durchmesser des linken Ventrikels
in cm.

Der enddiastolische Durchmesser ist der zum Zeitpunkt der R-Zacke des parallel aufgezeichneten Echokardiogramms gemessene Abstand zwischen dem Endokard der linksventrikulären Hinterwand und dem Endokard des linksventrikulären Anteils des Septum interventriculare in cm (MURRAY, J. A.; KAYE, H. H.; McDONALD, I. A.).

Wie bei allen weiteren Streckenmessungen werden jeweils die Oberkanten der zu messenden Strukturen als Endpunkte der Strecken genommen (ROELANDT, J.).

- 2) ES: endsystolischer Durchmesser des linken Ventrikels
in cm.

Der endsystolische Durchmesser ist der kürzeste Abstand zwischen dem Endokard der linksventrikulären Hinterwand und dem Endokard des linksventrikulären Anteils des Septum interventriculare in cm. (QUINONES, M. A., 1974 u. 1975 a; COOPER, R. H.; KAYE, H. H.).

- 3) LVET: Austreibungszeit des linken Ventrikels in sec.

Echokardiographisch läßt sich die LVET auf drei verschiedene Arten gewinnen:

- a) Aus dem Echokardiogramm der Aortenklappen wird die Separationsdauer der Aortenklappen als LVET in msec gemessen (STEFAN, G., 1976; MEYER, R. A.). Diese Methode verlangt die Registrierung des Aortenklappen-echokardiogramms, die in unserem Kollektiv bei

11 Patienten erzielt wurde. Aus diesem Grunde berücksichtigten wir diese Methode der LVET-Bestimmung nicht.

- b) Als LVET wird die Zeit vom Beginn der R-Zacke des parallel registrierten EKG's bis zur Endsystole minus der Pre-Ejektion-Period (PEP) in sec gemessen. Weissler et al (WEISSLER, A. M.) stellten eine Tabelle für die Dauer der PEP in Abhängigkeit von der Herzfrequenz bei Patienten mit Herzfehlern auf, die wir aber bei unserem Normalkollektiv nicht anwenden können. Andere Autoren nehmen als PEP einen konstanter Wert von 50 msec an (COOPER, R. H.). Diese Methode läßt außer Acht, daß die PEP von der Herzfrequenz invers abhängig ist (WEISSLER, A. M.). Wegen der ausgeführten Gründe haben wir diese Bestimmungsmethode der PEP nicht benutzt.
- c) Die LVET ist der Zeitraum vom Beginn der Vorwärtsbewegung der Hinterwand bis zum Ende der Aufwärtsbewegung, gemessen in sec (FORTUIN, N. J., 1972; QUINONES, M. R., 1975 b).

Wir entschieden uns für diese Methode der Bestimmung der LVET, da sie von den aufgeführten Messungen die am besten zu reproduzierende ist.

- 4) LVPW: Hinterwanddicke des linken Ventrikels zum Zeitpunkt der Enddiastole.

Die LVPW ist der Abstand des Endokards vom Epikard der linksventrikulären Hinterwand zum Zeitpunkt der R-Zacke des EKG's (MURRAY, J. A.).

IV. Berechnung der Werte

- 1) V_{CFmean} : durchschnittliche circumferentielle Faserverkürzung in circ/sec.

Die durchschnittliche circumferentielle Faserverkürzung V_{CFmean} ist zu berechnen als Differenz des endsystolischen vom enddiastolischen Durchmesser des linken Ventrikels, dividiert durch das Produkt vom enddiastolischen Durchmesser und der linksventrikulären Austreibungszeit:

$$V_{CFmean} = \frac{ED-ES}{ED \times LVET}$$
 (COOPER, R. H.; QUINONES, M. A., 1974). Wir bestimmten die einzelnen Größen, wie in C III. 1 - 3 beschrieben, und errechneten V_{CFmean} für fünf oder, falls nicht anders möglich, für mindestens drei Herzzyklen. Den Durchschnittswert setzten wir als V_{CFmean} des jeweiligen Patienten.

- 2) V_{CFmax} : maximale circumferentielle Faserverkürzung in circ/sec.

Die circumferentielle Faserverkürzung V_{CF} berechnet sich aus der Differenz zweier Durchmesser des linken Ventrikels ϕ_1 und ϕ_2 im Abstand von dt 50 msec, dividiert durch den ersten der beiden Durchmesser ϕ_1 und dt . Der größte Wert von V_{CF} über den Zeitraum einer Systole ging als V_{CFmax} in unsere Berechnung ein. Die maximale circumferentielle Faserverkürzung in circ/sec eines Patienten ergab sich aus dem Durchschnitts-

wert der V_{CFmax} aus fünf, mindestens aber drei, Systolen (QUINONES, M. A., 1975 a u. b).

- 3) ΔV_{CF} : Die Differenz von V_{CFmean} und V_{CFmax} eines Patienten ging als ΔV_{CF} in unsere Berechnung ein (MOST, E.).
- 4) LVPW und LVET setzten sich aus den Durchschnittswerten dieser Größen aus fünf, mindestens aber drei, Herzzyklen zusammen.
- 5) Herzfrequenz: Die Herzfrequenz in min^{-1} ergab sich mit Hilfe eines EKG-Lineals aus dem mitgeschriebenen EKG.
- 6) Die übrigen klinischen Größen entnahmen wir den Krankenblättern der Patienten.

D: EIGENE UNTERSUCHUNGEN

An das in Tabelle 1 (s.S. 20) zusammengetragene Datenmaterial haben wir folgende Fragen gestellt:

I. Normalverteilung:

1) Sind die Daten der indirekten Kontraktilitätsparameter

a) V_{CFmean} ,

b) V_{CFmax} und

c) ΔV_{CF}

bei gleichem Kollektiv normalverteilt?

2) Sind die Daten der enddiastolischen Hinterwanddicke bei meinem Kollektiv normalverteilt?

Der Beantwortung dieser Fragen durch den "Test auf Güte der Anpassung" (IMMICH, H.) geht jeweils die hierzu benötigte deskriptive Beschreibung der Daten voraus.

II. Korrelationen:

Besteht eine Beziehung zwischen den indirekten Kontraktilitätsparametern

1) V_{CFmean} ,

2) V_{CFmax} und

3) ΔV_{CF}

und den Werten von

a) Körperoberfläche?

b) Körpergröße?

c) Körpergewicht?

d) Herzfrequenz?

e) systolischem Blutdruck?

f) diastolischem Blutdruck?

g) LVPW?

Die Fragen beantworteten wir mit der Berechnung der Korrelationskoeffizienten.

Bei der statistischen Beantwortung der Fragen stand uns Herr Dipl. Inform.-Med. V. Krieg vom Pathologischen Institut der WWU Münster zur Seite.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Daten

Pat. Nr.	Ge- schl.	Geburts- datum	V_{CFmean} (circ/ sec)	V_{CFmax} (circ/ sec)	ΔV_{CF} (circ/ sec)	LVPW (cm)	LVT (sec)	Körper- oberfl. (m ²)	Körper- größe (cm)	Körper- gewi. (kg)	Herz- frequ. (min ⁻¹)	RR (mmHg)
1	m	14.06.65	0,8	2,31	1,51	0,55	0,25	1,118	146	29,2	70	100/70
2	m	26.06.71	1,41	2,97	1,56	0,62	0,292	0,902	127,5	22,2	68	110/85
3	w	31.07.72	1,29	2,20	0,91	0,82	0,239	0,724	115	16,3	115	85/60
4	w	10.07.65	1,39	2,24	0,85	0,80	0,235	1,59	164	55	81	120/80
5	w	18.01.65	1,25	2,44	1,19	0,58	0,275	1,391	144	48,4	64	105/75
6	m	23.05.71	1,62	2,85	1,23	0,87	0,255	-	-	34,4	92	105/45
7	m	10.11.67	1,44	2,70	1,26	0,59	0,255	0,952	125	26,1	90	90/55
8	m	29.10.68	1,14	2,47	1,33	0,62	0,310	1,053	134,5	29,2	68	-
9	m	18.04.68	1,01	2,53	1,52	0,39	0,335	-	-	36,4	48	100/60
10	w	12.03.66	1,45	2,71	1,26	0,86	0,245	0,857	118,5	22,3	112	110/80
11	m	26.02.65	1,13	2,16	1,03	0,82	0,305	1,131	146	30	81	85/60
12	w	20.07.68	0,93	2,13	1,20	0,70	0,31	1,311	144	43,5	51	120/90
13	m	17.02.72	1,60	3,01	1,41	0,51	0,275	0,817	120	19,5	85	90/60
14	w	22.10.72	1,84	3,02	1,18	0,47	0,23	0,839	116	22	120	110/50
15	w	28.04.69	1,15	2,41	1,26	0,47	0,315	1,078	138	29,5	68	110/80
16	m	20.11.73	1,11	2,28	1,17	0,56	0,285	0,789	112	20,2	92	100/80
17	w	25.03.65	1,39	2,51	1,12	0,68	0,255	1,498	163	48,2	84	130/80
18	w	13.06.65	1,27	2,32	1,05	0,51	0,325	1,659	167,5	58,5	59	110/60
19	m	06.08.69	1,74	3,20	1,46	0,88	0,25	1,221	138	32,6	74	120/70
20	w	20.06.67	1,47	2,68	1,21	0,64	0,267	0,773	119	17,4	68	100/55
21	w	19.05.70	1,52	3,46	1,94	0,71	0,28	1,491	160	49,2	84	110/65
22	w	21.02.65	1,58	3,58	2,00	0,60	0,265	0,903	121,5	24,2	105	115/80
23	m	23.07.70	1,39	2,72	1,33	0,56	0,274	0,744	107,4	18,9	91	115/70
24	w	04.02.71	1,82	3,88	2,06	0,75	0,295	0,991	131	26,5	77	140/90
25	m	20.05.69	2,10	3,85	1,75	0,42	0,208	1,206	143,5	36	110	100/70
26	w	05.05.68	1,48	2,88	1,40	0,58	0,275	1,357	150	41,2	93	120/70
27	m	29.04.65	1,51	3,41	1,90	0,34	0,26	0,916	130	22,3	79	85/45
28	m	24.05.70	1,29	2,45	1,16	0,72	0,325	1,354	160	39,2	52	90/50
29	m	05.03.67	1,02	1,93	0,91	0,69	0,292	1,641	164	59,1	70	-
30	m	07.04.62	1,22	3,33	2,11	0,60	0,305	1,084	138	29,9	71	120/75
31	m	19.05.64	1,67	2,74	1,14	0,44	0,255	1,105	141	30,2	81	130/80
32	w	27.10.69	1,29	2,45	1,16	0,58	0,279	1,178	148	32,3	90	115/75
33	w	26.12.65	1,03	1,95	0,92	0,55	0,336	1,436	150	50,3	72	90/65
34	w	29.09.69	1,42	2,47	1,05	1,09	0,24	1,556	157	56,2	85	125/80
35	m	06.04.66	1,17	2,65	1,48	0,47	0,252	0,978	131	26,9	85	105/55
36	m	17.04.71	1,38	3,21	1,83	0,51	0,29	1,269	147,5	38	69	110/65
37	m	31.12.68	1,56	3,26	1,70	0,46	0,25	1,329	159	38	90	110/65
38	m	27.09.65	1,28	2,69	1,41	0,56	0,265	1,337	158	38,9	80	110/60
39	w	02.07.64	1,55	2,66	1,11	0,76	0,305	1,416	160	43,6	82	120/70
40	w	23.06.67	1,34	2,81	1,47	0,60	0,25	1,240	141	39,1	94	105/65
41	m	17.07.69	1,67	3,17	1,50	0,49	0,245	1,376	153	44	95	115/70
42	m	16.01.68	1,24	2,52	1,28	0,47	0,335	1,202	151	37,7	51	100/70

I. Prüfung der Normalverteilungen

I. 1a) Sind die Daten der mittleren circumferentiellen Faserverkürzung V_{CFmean} normalverteilt?

Zur Beantwortung dieser Frage stellte ich zuerst eine Rangliste der Daten von V_{CFmean} auf (s.S. 22 Tab. 2). Mit Hilfe dieser Rangliste lassen sich die Kenngrößen der Werte berechnen.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Tabelle 3: Kenngrößen der Daten von V_{CFmean}

Mittelwert	$\bar{x}$	1,38 circ/sec
empirischer Median	x	1,39 circ/sec
Varianz	s^2	0,069
Standardabweichung	s	0,26 circ/sec
Range	R	0,80 - 2,10 circ/sec

Für den "Test auf Güte der Anpassung" teilte ich die Daten in neun Klassen mit einer Klassenbreite von $\gamma = 0,15$ circ/sec ein (Abb. 4).

Das Testergebnis lautet: $\chi^2 = 3,4$.

Bei einem kritischen Punkt $c = 15,5$ (FG = 8) bei einem Schwellenwert von $\alpha = 0,95$ ergibt sich hieraus:

Die Werte von V_{CFmean} des Kollektives sind normalverteilt.

Weiterhin kann man mit dieser Aussage aus den Kenngrößen schließen, daß die Wahrscheinlichkeit, daß bei einem herzgesunden Kind die Werte von V_{CFmean} in den Bereich -2_s bis $+2_s$, d.h. 0,86 - 1,90, fallen, 95,5 % beträgt.

Tabelle 2: Rangliste zu den Daten von V_{CFmean} , entsprechend den Werten von Tabelle 1

Rangzahl (i)	V_{CFmean} in circ/sec $x(i)$	Nummer in Tabelle 1
(1)	0,80	1
(2)	0,93	12
(3)	1,01	9
(4)	1,02	29
(5)	1,03	33
(6)	1,11	16
(7)	1,13	11
(8)	1,14	8
(9)	1,15	15
(10)	1,17	35
(11)	1,22	30
(12)	1,24	42
(13)	1,25	5
(14)	1,27	18
(15)	1,28	38
(17)	1,29	3
(17)	1,29	32
(17)	1,29	28
(19)	1,34	40
(20)	1,38	36
(22)	1,39	4
(22)	1,39	17
(22)	1,39	23
(24)	1,41	2
(25)	1,42	34
(26)	1,44	7
(27)	1,45	10
(28)	1,47	20
(29)	1,48	26
(30)	1,51	27
(31)	1,52	21
(32)	1,55	39
(33)	1,56	37
(34)	1,56	22
(35)	1,60	13
(36)	1,62	6
(37,5)	1,67	31
(37,5)	1,67	41
(39)	1,74	19
(40)	1,82	24
(41)	1,84	14
(42)	2,10	25

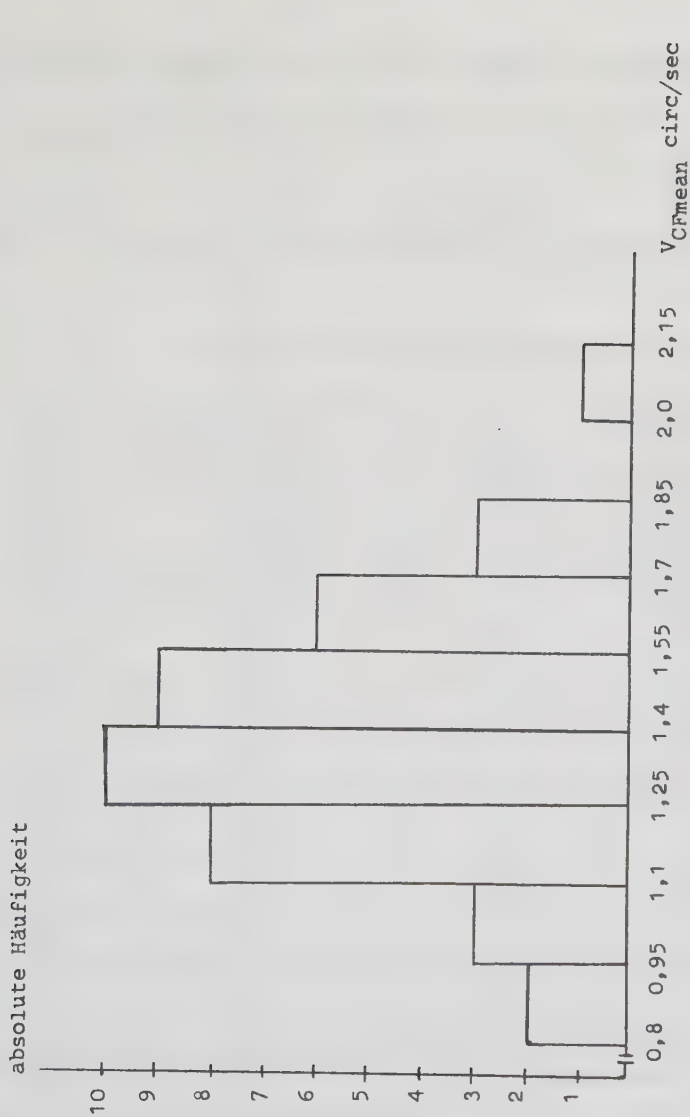


Abb. 4: Histogramm der absoluten Häufigkeit der klassifizierten Daten von V_{CFmean} .

I. 1b) Sind die Daten der maximalen circumferentiellen Faserverkürzung V_{CFmax} normalverteilt?

Ich stellte wiederum zuerst eine Rangliste der Daten von V_{CFmax} auf (s.S. 25 Tab. 4).

Die Kenngrößen der Verteilung ergeben sich aus der folgenden Tabelle 5.

Tabelle 5: Kenngrößen der Daten von V_{CFmax} .

Mittelwert	$\bar{x}$	2,74 circ/sec
empirischer Median	x	2,68 circ/sec
Varianz	s^2	0,23
Standardabweichung	s	0,48 circ/sec
Range	R	1,93 - 3,88 circ/sec

Die Werte von V_{CFmax} teilte ich in neun Klassen von einer Klassenbreite $\gamma = 0,25$ circ/sec ein (s.Abb. 5).

Das Testergebnis des "Test auf Güte der Anpassung" liegt bei: $\chi^2 = 4,78$.

Für den kritischen Punkt $c = 15,5$ (FG = 8) bei einem Schwellenwert von $\alpha = 0,95$ läßt sich hieraus schlußfolgern: Die Werte von V_{CFmax} sind bei dem Kollektiv normalverteilt.

Aus dieser Feststellung heraus läßt sich mit Hilfe der Kenngrößen sagen, daß mit einer Wahrscheinlichkeit von 95,5 % die Werte von V_{CFmax} bei herzgesunden Kindern in den Bereich -2_s bis $+2_s$, d.h. 1,78 - 3,70 circ/sec, fallen.

Tabelle 4: Rangliste der Daten von V_{CFmax} , entsprechend den Werten aus Tabelle 1

Rangzahl (i)	V_{CFmax} in circ/sec x(i)	Nummer in Tabelle 1
(1)	1,93	29
(2)	1,95	33
(3)	2,12	12
(4)	2,16	11
(5)	2,20	3
(6)	2,24	4
(7)	2,28	16
(8)	2,31	1
(9)	2,32	18
(10)	2,41	15
(11)	2,44	5
(12,5)	2,45	32
(12,5)	2,45	28
(14,5)	2,47	8
(14,5)	2,47	34
(16)	2,51	17
(17)	2,52	42
(18)	2,53	9
(19)	2,60	20
(20)	2,65	35
(21)	2,66	39
(22)	2,69	38
(23)	2,70	7
(24)	2,71	10
(25)	2,72	23
(26)	2,74	31
(27)	2,81	40
(28)	2,85	6
(29)	2,88	26
(30)	2,97	2
(31)	3,01	13
(32)	3,02	14
(33)	3,17	41
(34)	3,20	19
(35)	3,21	36
(36)	3,26	37
(37)	3,33	30
(38)	3,41	27
(39)	3,46	21
(40)	3,58	22
(41)	3,85	25
(42)	3,88	24

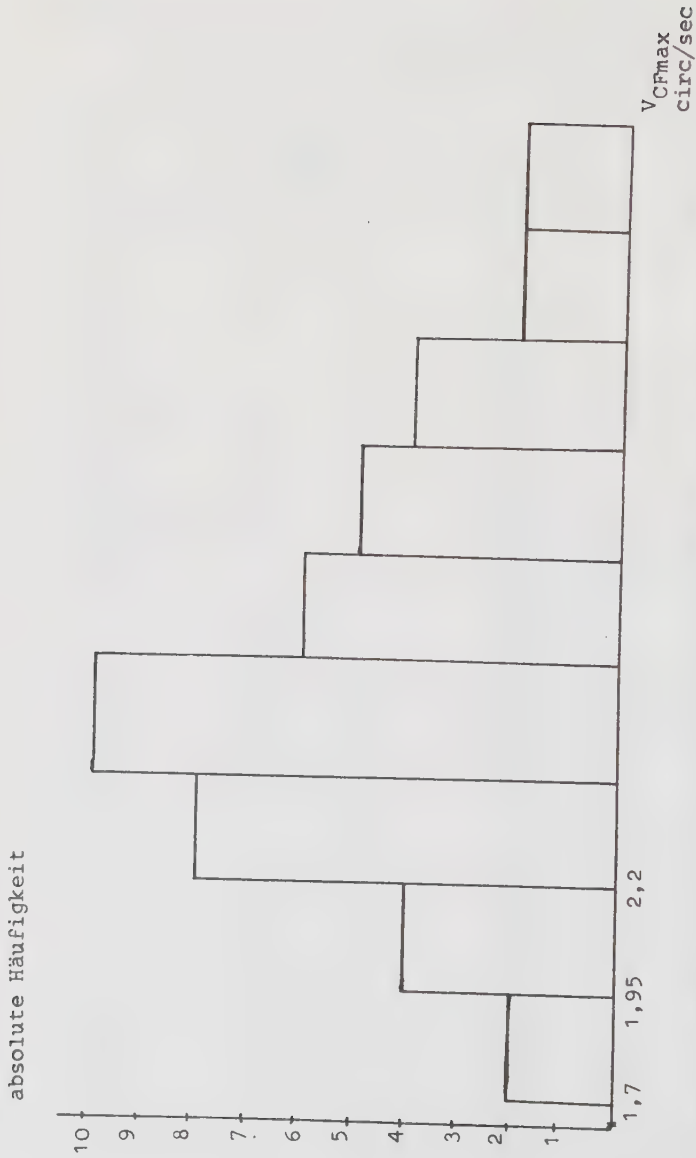


Abb. 5: Histogramm der absoluten Häufigkeiten der klassifizierten Daten von V_{CFmax}.

I. 1c) Sind die Werte für ΔV_{CF} normalverteilt?

Ich stellte zuerst eine Rangliste für die Daten von ΔV_{CF} auf (s.S. 28 Tab. 6).

Die Kenngrößen der Verteilung von ΔV_{CF} sind in der folgenden Tabelle 7 zusammengefaßt.

Tabelle 7: Kenngrößen der Werte von ΔV_{CF}

Mittelwert	$\bar{x}$	1,37 circ/sec
empirischer Median	x	1,27 circ/sec
Varianz	s^2	0,105
Standardabweichung	s	0,32 circ/sec
Range	R	0,85 - 2,11 circ/sec

Für den "Test auf Güte der Anpassung" teilte ich die Daten von V_{CF} in sieben Klassen mit einer Klassenbreite von $\eta = 0,2$ circ/sec ein (Abb. 6).

Das Testergebnis lautet: $\chi^2 = 8,86$.

Bei dem kritischen Punkt $c = 12,6$ ($FG = 6$) bei einem Schwellenwert von $\alpha = 0,95$ folgt hieraus: Die Werte von ΔV_{CF} sind in dem Kollektiv normalverteilt.

Hieraus folgt für die Beurteilung der Kenngrößen, daß mit 95,5 %iger Wahrscheinlichkeit die Werte von ΔV_{CF} bei herzgesunden Kindern in den Bereich von $- 2_s$ bis $+ 2_s$, d.h. von 0,75 bis 2,01 circ/sec, fallen.

Tabelle 6: Rangliste der Daten von ΔV_{CF} nach den Werten
aus Tabelle 1

Rangzahl (i)	ΔV_{CF} in circ/sec x(i)	Nummer in Tabelle 1
(1)	0,85	4
(1,5)	0,91	3
(1,5)	0,91	29
(4)	0,95	33
(5)	1,03	11
(6,5)	1,05	18
(6,5)	1,05	34
(8)	1,11	39
(9)	1,12	17
(10)	1,14	31
(11,5)	1,16	32
(11,5)	1,16	28
(13)	1,17	16
(14)	1,18	14
(15)	1,19	5
(16)	1,20	12
(17)	1,21	20
(18)	1,23	6
(20)	1,26	7
(20)	1,26	10
(20)	1,26	15
(22)	1,28	42
(23,5)	1,33	23
(23,5)	1,33	8
(25)	1,40	26
(26,5)	1,41	13
(26,5)	1,41	38
(28)	1,46	19
(29)	1,47	40
(30)	1,48	35
(31)	1,50	41
(32)	1,51	1
(33)	1,52	9
(34)	1,56	2
(35)	1,70	37
(36)	1,75	25
(37)	1,83	36
(38)	1,90	27
(39)	1,94	21
(40)	2,00	22
(41)	2,06	24
(42)	2,11	30

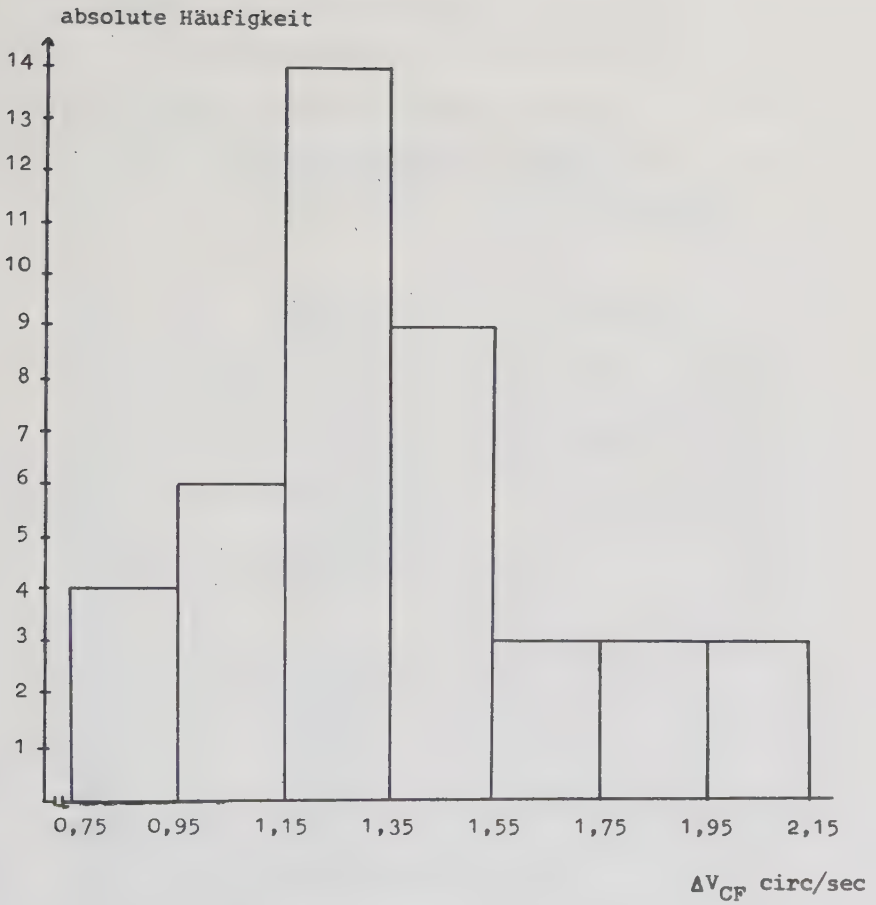


Abb. 6: Absolute Häufigkeit der klassifizierten Daten
von ΔV_{CF}

I. 2.) Sind die Daten der enddiastolischen Hinterwanddicke LVPW in meinem Kollektiv normalverteilt?

Zuerst stellte ich wiederum eine Rangliste der Daten der enddiastolischen Hinterwanddicke auf (s.S. 31 Tab. 8).

Die Kenngrößen der Verteilung sind in Tabelle 9 zusammengefaßt.

Tabelle 9: Kenngrößen der Daten der LVPW

Mittelwert	$\bar{x}$	0,62 cm
empirischer Median	x	0,585 cm
Varianz	s^2	0,024
Standardabweichung	s	0,16 cm
Range	R	0,34 - 1,09 cm

Für den "Test auf Güte der Anpassung" teilte ich die Werte der LVPW in acht Klassen mit einer Klassenbreite von 0,1 cm ein (s. Abb. 7).

Das Testergebnis ist: $\chi^2 = 8,14$.

Bei einem kritischen Punkt von $c = 14,1$ ($F = 7$) bei einem Schwellenwert $= 0,95$ ergibt sich hieraus:

Die Daten der enddiastolischen Hinterwanddicke sind in dem Kollektiv normalverteilt.

Mit Hilfe der Kenngrößen läßt sich folgende Aussage treffen:

Mit einer Wahrscheinlichkeit von 95,5 % nehmen die Werte der enddiastolischen Hinterwanddicke bei herzgesunden Kindern

einen Wert zwischen $- 2_s$ und $+ 2_s$, d.h. zwischen

0,30 und 0,94 cm, an.

Tabelle 8: Rangliste der Daten von LVPW nach den Werten
aus Tabelle 1

Rangzahl (i)	enddiastolische Hinterwanddicke x(i)	Nummer in Tabelle 1
(1)	0,34	27
(2)	0,39	9
(3)	0,42	25
(4)	0,44	31
(5)	0,46	37
(7,5)	0,47	14
(7,5)	0,47	15
(7,5)	0,47	35
(7,5)	0,47	42
(10)	0,49	41
(12)	0,51	13
(12)	0,51	18
(12)	0,51	36
(14,5)	0,55	1
(14,5)	0,55	33
(17)	0,56	16
(17)	0,56	23
(17)	0,56	38
(20)	0,58	5
(20)	0,58	26
(20)	0,58	32
(22)	0,59	7
(24)	0,60	22
(24)	0,60	30
(24)	0,60	40
(26,5)	0,62	2
(26,5)	0,62	8
(28)	0,64	20
(29)	0,68	17
(30)	0,69	29
(31)	0,70	12
(32)	0,71	21
(33)	0,72	28
(34)	0,75	24
(35)	0,76	39
(36)	0,80	4
(37,5)	0,82	3
(37,5)	0,82	11
(39)	0,86	10
(40)	0,87	6
(41)	0,88	19
(42)	1,09	34

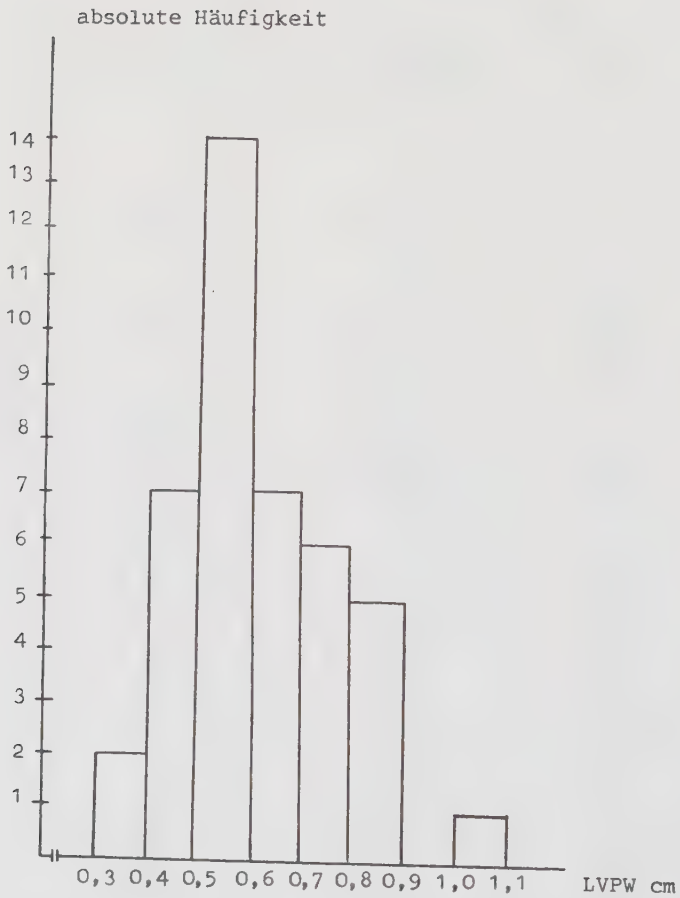


Abb. 7: Histogramm der absoluten Häufigkeit
der Daten der LVPW

II. Prüfung der Korrelationen

II. 1) Besteht eine lineare Beziehung zwischen der mittleren circumferentiellen Faserverkürzung und

- a) der Körperoberfläche?
- b) der Körpergröße
- c) dem Körpergewicht?
- d) der Herzfrequenz?
- e) dem systolischen Blutdruck?
- f) dem diastolischen Blutdruck?
- g) der enddiastolischen Hinterwanddicke?

Zur Beantwortung dieser Frage berechnete ich die Korrelationskoeffizienten. Die Ergebnisse der Berechnung sind in Tab. 10 dargestellt.

Tabelle 10: Korrelationskoeffizienten von $V_{CFmean}/a-g$

$V_{CFmean}/a-g$	
$r = - 0,58$	a) Körperoberfläche
$r = - 0,14$	b) Körpergröße
$r = - 0,34$	c) Körpergewicht
$r = + 0,69$	d) Herzfrequenz
$r = + 0,36$	e) systolischer RR
$r = - 0,09$	f) diastolischer RR
$r = + 0,43$	g) enddiast. Hinterwanddicke

Für alle meine Berechnungen gilt, daß, wenn $r = 0,3008$ ist, eine Korrelation besteht.

Aus den Ergebnissen der Tab. 10 ergibt sich eine schlechte bis mittelgradige Korrelation zwischen:

- 1a) V_{CFmean} und der Körperoberfläche: $r = - 0,58$ (s.Abb.8).
- 1b) V_{CFmean} und dem Körpergewicht: $r = - 0,34$ (s.Abb.9).
- 1d) V_{CFmean} und der Herzfrequenz: $r = + 0,69$ (s.Abb.10).
- 1e) V_{CFmean} und dem systolischen Blutdruck: $r = + 0,36$
(s.Abb.11).
- 1g) V_{CFmean} und der enddiastolischen Hinterwanddicke:
 $r = + 0,43$ (s.Abb.12).

Eine Korrelation zwischen

- 1c) V_{CFmean} und dem Körpergewicht ($r = - 0,14$) und
 - 1f) V_{CFmean} und dem diastolischen Blutdruck ($r = - 0,09$)
- ließ sich nicht nachweisen.

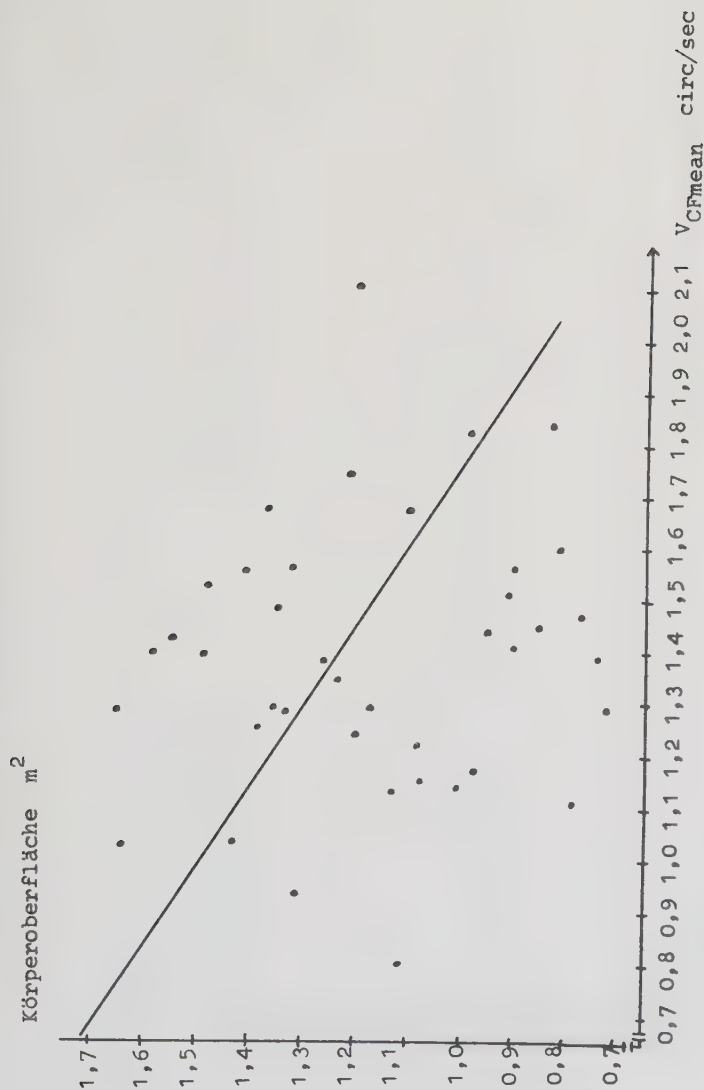


Abb. 8: Punktwolke für die Daten der Merkmale V_{CFmean} und Körperoberfläche



Abb. 9: Punktwolke für die Daten der Merkmale V_{Cfmean} und Körpergewicht.

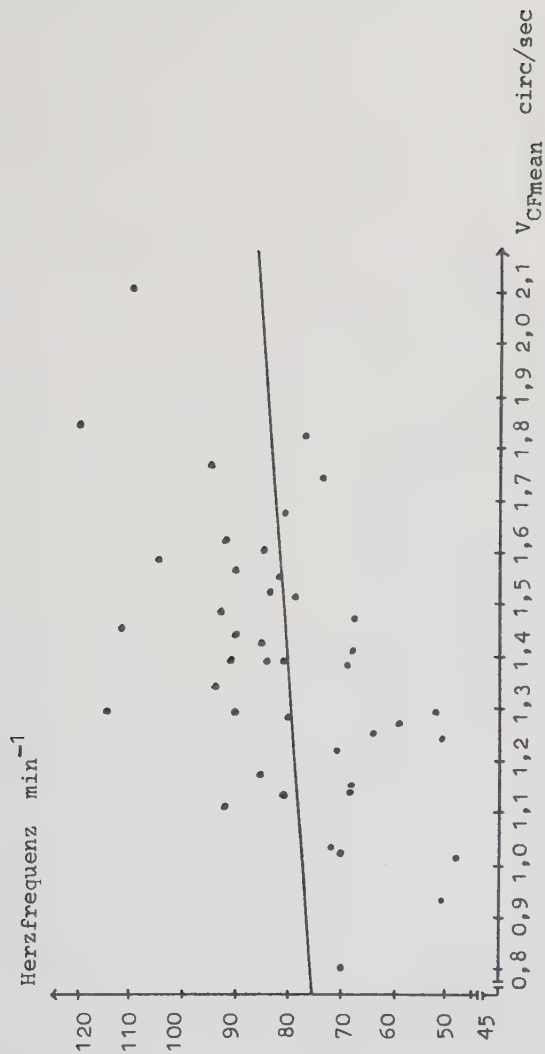


Abb. 10: Punktwolke für die Daten der Merkmale V_{CFmean} und Herzfrequenz



Abb. 11: Punktwolke für die Daten der Merkmale V_{CFmean} und RR_{syst.}

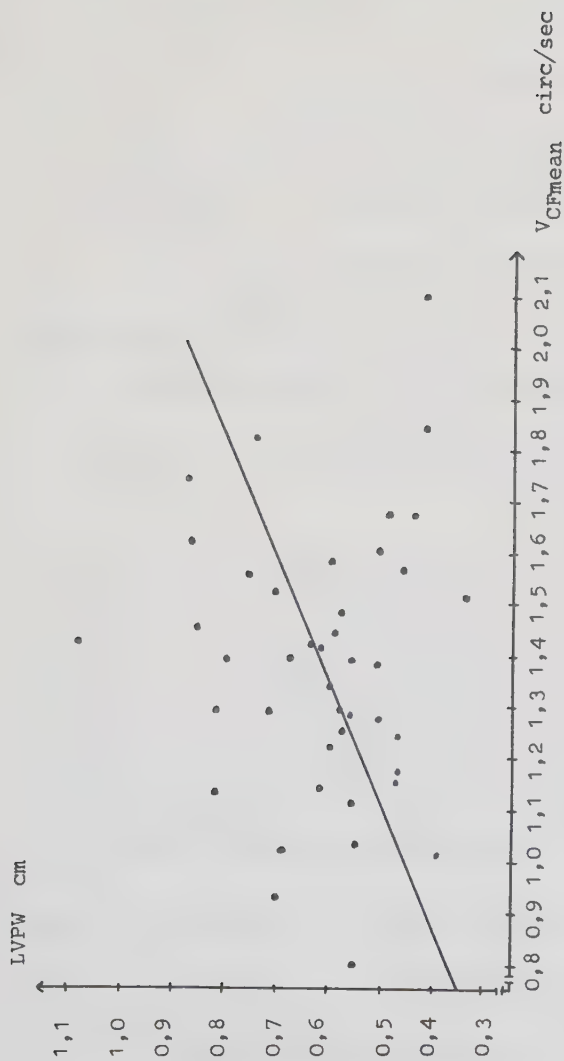


Abb. 12: Punktwolke für die Daten der Merkmale V_{CFmean} und LVPW

II. 2) Besteht eine lineare Beziehung zwischen der maximalen circumferentiellen Faserverkürzung V_{CFmax} und

- a) der Körperoberfläche?
- b) der Körpergröße?
- c) dem Körpergewicht?
- d) der Herzfrequenz?
- e) dem systolischen Blutdruck?
- f) dem diastolischen Blutdruck?
- g) der enddiastolischen Hinterwanddicke?

Die Ergebnisse der Berechnung der Korrelationskoeffizienten sind in der folgenden Tabelle 11 zusammengetragen.

Tabelle 11: Korrelationskoeffizienten von $V_{CFmax}/a-g$

$V_{CFmax}/a-g$	
$r = - 0,231$	a) Körperoberfläche
$r = - 0,29$	b) Körpergröße
$r = - 0,27$	c) Körpergewicht
$r = + 0,34$	d) Herzfrequenz
$r = + 0,27$	e) systolischer RR
$r = - 0,51$	f) diastolischer RR
$r = + 0,08$	g) enddiast. Hinterwanddicke

Aus den Ergebnissen geht hervor, daß eine jeweils schwache Korrelation besteht zwischen:

- 2 d) V_{CFmax} und der Herzfrequenz ($r = + 0,34$) (s. Abb. 13)
- 2 f) V_{CFmax} und dem diastolischen Blutdruck ($r = - 0,51$) (s. Abb. 14).

Keine Korrelation läßt sich feststellen zwischen:

- 2 a) V_{CFmax} und der Körperoberfläche ($r = - 0,23$).
- 2 b) V_{CFmax} und der Körpergröße ($r = - 0,29$).
- 2 c) V_{CFmax} und dem Körpergewicht ($r = - 0,27$).
- 2 e) V_{CFmax} und dem systolischen Blutdruck ($r = + 0,27$).
- 2 g) V_{CFmax} und der enddiastolischen Hinterwanddicke
($r = + 0,08$).

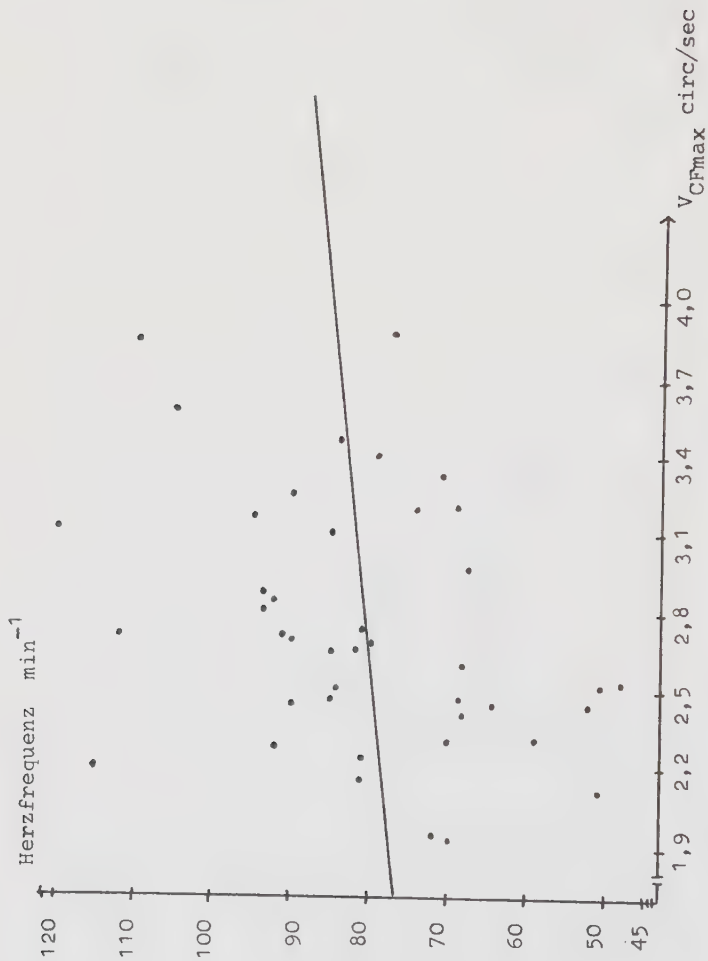


Abb. 13: Punktwolke zu den Daten mit den Merkmalen V_{Cfmax} und Herzfrequenz

II. 3) Besteht eine lineare Beziehung zwischen ΔV_{CF} und

- a) der Körperoberfläche?
- b) der Körpergröße?
- c) dem Körpergewicht?
- d) der Herzfrequenz?
- e) dem systolischen Blutdruck?
- f) dem diastolischen Blutdruck?
- g) der enddiastolischen Hinterwanddicke?

Die Ergebnisse der Berechnung der Korrelationskoeffizienten sind in der folgenden Tabelle 12 zusammengetragen.

Tabelle 12: Korrelationskoeffizienten von $\Delta V_{CF}/a-g$

$\Delta V_{CF}/a-g$	
$r = - 0,21$	a) Körperoberfläche
$r = - 0,15$	b) Körpergröße
$r = - 0,26$	c) Körpergewicht
$r = + 0,05$	d) Herzfrequenz
$r = + 0,18$	e) systolischer RR
$r = + 0,07$	f) diastolischer RR
$r = - 0,01$	g) enddiast. Hinterwanddicke

Daraus folgt, daß keine lineare Korrelation zwischen:

- 3a) ΔV_{CF} und der Körperoberfläche,
- 3b) ΔV_{CF} und der Körpergröße,
- 3c) ΔV_{CF} und dem Körpergewicht,
- 3d) ΔV_{CF} und der Herzfrequenz,
- 3e) ΔV_{CF} und dem systolischen Blutdruck,
- 3f) ΔV_{CF} und dem diastolischen Blutdruck und
- 3g) ΔV_{CF} und der enddiastolischen Hinterwanddicke

besteht.

E: DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Der erste Teil der hier vorliegenden Arbeit über die mittlere circumferentielle Faserverkürzung V_{CFmean} , die maximale circumferentielle Faserverkürzung V_{CFmax} und die Differenz beider Parameter ΔV_{CF} befaßt sich mit der Frage der Normalverteilung dieser indirekten Kontraktilitätsparameter. Meine Untersuchungen hinsichtlich dieses Punktes haben ergeben, daß

1. V_{CFmean} (s.S.21),
2. V_{CFmax} (s.S.24),
3. ΔV_{CF} (s.S.27)

normal verteilt sind.

Vergleiche ich die Mittelwerte meines Kollektivs einerseits für $V_{CFmean} = 1,38 \pm 0,26$ circ/sec - und andererseits für $V_{CFmax} = 2,74 \pm 0,48$ circ/sec - mit den Ergebnissen anderer Autoren, die für V_{CFmean} Werte zwischen $1,26 \pm 0,24$ circ/sec und $1,51 \pm 0,04$ circ/sec (COOPER, R. H.; LUDBROCK, P.; GOLDBERG, St. J.; HIRSCHFELD, S.; KARLINER, J. S., 1972; QUINONES, M. A., 1975 b; SAHN, D. J.) und für V_{CFmax} Werte von $2,3$ circ/sec - $3,9$ circ/sec (QUINONES, M.A., 1975 a u. b) erhielten, so muß ich feststellen, daß meine Ergebnisse sich größenordnungsmäßig mit denen dieser Autoren decken. Die geringen Unterschiede der Mittelwerte lassen sich schon allein durch die jeweils geringe Anzahl von untersuchten Patienten erklären.

Eine Unterscheidung zwischen Patientenkollektiven einmal mit und einmal ohne pathologischen Herzbefund ist nach Meinung vieler Autoren (BELENKIE, I.; COOPER, R. H.; FORTUIN, N. J.,

1972; KARLINER, J. S., 1971; QUINONES, M. A., 1975 a u. b; LUDBROCK, P.) mit Hilfe der Größen der mittleren circumferentiellen Faserverkürzung V_{CFmean} und der maximalen circumferentiellen Faserverkürzung V_{CFmax} möglich.

Ich wollte wissen, ob mit Hilfe meiner aufgestellten Normalverteilungskurve aufgrund einer echokardiographischen Bestimmung der Kontraktilitätsparameter V_{CFmean} , V_{CFmax} und ΔV_{CF} irgendeines Patienten beurteilt werden kann, ob die Kontraktilität des Myokards dieses Patienten zu gering, normal oder zu hoch ist. Hierzu bestimmte ich die 2s-Bereiche der drei Parameter, in die mit 95,5 %iger Wahrscheinlichkeit die Werte für V_{CFmean} , V_{CFmax} und ΔV_{CF} bei herzgesunden Kindern fallen.

1. V_{CFmean} : 0,86 - 1,90 circ/sec.
2. V_{CFmax} : 1,78 - 3,70 circ/sec.
3. ΔV_{CF} : 0,73 - 2,01 circ/sec.

Diese Ergebnisse lassen, ebenso wie die Betrachtung der Standardabweichungen der drei Parameter - $V_{CFmean} \pm 0,26$ circ/sec; $V_{CFmax} \pm 0,48$ circ/sec; $\Delta V_{CF} \pm 0,32$ circ/sec - erkennen, daß bei meinem Kollektiv die Werte für V_{CFmean} der geringsten und die Werte für V_{CFmax} der größten Streuung unterliegen, während die Streuung der Werte von ΔV_{CF} kleiner als die von V_{CFmax} , aber größer als V_{CFmean} ist.

Aufgrund dieser Ergebnisse komme ich zu dem Schluß, daß die einmalige Bestimmung der hier beschriebenen Kontraktilitätsparameter bei einem Patienten dem Untersucher nicht die Sicherheit bietet, die Kontraktilität des Patienten "normal"

oder "pathologisch" zu nennen. Belenkie et al. kommen in einer Studie über die Funktionsbeurteilung des linken Ventrikels mittels Echokardiographie zu demselben Ergebnis (BELENKIE, I.).

Wohl gibt es Untersuchungsergebnisse, die besagen, daß die circumferentielle Faserverkürzung zur Verlaufskontrolle des inotropen Zustands eines Patienten geeignet ist (STEFAN, G., 1975).

Die enddiastolische Hinterwanddicke ist bei einem Mittelwert von $0,62 \pm 0,16$ cm ebenfalls normalverteilt. Der Streubereich meiner Werte deckt sich gut mit dem von Feigenbaum bei einer Untersuchung an älteren Kindern gefundenen: 0,5 - 0,8 cm (GOLDBERG, St. J.).

Bei der Frage nach einer linearen Beziehung zwischen den Kontraktilitätsparametern V_{CFmean} , V_{CFmax} und ΔV_{CF} und den Größen der Körperoberfläche, Körpergröße, Körpergewicht, Herzfrequenz, systolischem und diastolischem Blutdruck und der enddiastolischen Hinterwanddicke ergibt eine mittelstarke Korrelation lediglich für die Beziehung $V_{CFmean}/$ Herzfrequenz $r = + 0,69$.

Sie besagt, daß bei steigender Herzfrequenz die Kontraktilität des Myokards, hier gemessen in V_{CFmean} , zunimmt. Sonnenblick beschrieb diese Beziehung schon in einer physiologischen Grundlagenstudie über die Kontraktilität (SONNENBLICK, E. H.).

Die übrigen rechnerisch gefundenen Korrelationen zwischen $V_{CFmean}/$ Körperoberfläche ($r = - 0,58$), $V_{CFmean}/$ Körpergewicht ($r = - 0,34$), $V_{CFmean}/$ systolischem Blutdruck ($r = + 0,36$), $V_{CFmean}/$ LVPW ($r = + 0,43$), $V_{CFmax}/$ Herzfrequenz ($r = + 0,34$)

und V_{CFmax} /diastolischem Blutdruck ($r = - 0,51$) sind zu schwach, als daß sie eine klinische Aussage möglich machen.

Ob ΔV_{CF} den bisher bestimmten Parametern V_{CFmean} und V_{CFmax} in seiner klinischen Aussagekraft überlegen ist, läßt sich wie folgt beantworten.

Die Werte für ΔV_{CF} sind ebenso wie die von V_{CFmean} und V_{CFmax} normalverteilt.

Ein Vergleich der Standardabweichungen der Parameter (s.S.

21, 24, 27) läßt für ΔV_{CF} ($\pm 0,32$ circ/sec) gegenüber

V_{CFmean} ($\pm 0,26$ circ/sec) keinen Vorteil hinsichtlich der Aussagekraft des Parameters eines einzigen Patienten

erkennen, während ΔV_{CF} in dieser Frage V_{CFmax} überlegen zu

sein scheint. Es ist also mit Hilfe der Bestimmung von ΔV_{CF}

eines Patienten nicht sicherer als mit V_{CFmean} , wohl aber

sicherer als mit V_{CFmax} zu entscheiden, ob die Kontraktilität des Patienten zu gering, normal oder zu hoch ist.

ΔV_{CF} steht in keiner linearen Beziehung zu Körperoberfläche, Körpergröße, Körpergewicht, systolischem und diastolischem Blutdruck und enddiastolischer Hinterwanddicke. Sie bietet also keinen Vorteil hinsichtlich der Frage, ob eine leicht zu messende klinische Größe in linearer Beziehung zu einem echokardiographisch bestimmten indirekten Kontraktilitätsparameter steht.

F: ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden bei 42 herzgesunden Kindern der Universitätskinderklinik Münster die echokardiographisch ermittelten indirekten Kontraktilitätsparameter V_{CFmean} , V_{CFmax} , ΔV_{CF} und die linksventrikuläre Hinterwanddicke LVPW mit Hilfe des "Test auf Güte der Anpassung" daraufhin untersucht, ob die Werte normalverteilt sind.

Untersucht wurde weiterhin die Frage nach einer linearen Beziehung von V_{CFmean} , V_{CFmax} und ΔV_{CF} zu den Daten Körperoberfläche, Körpergröße, Körpergewicht, Herzfrequenz, systolischer und diastolischer Blutdruck durch Berechnung der jeweiligen Korrelationskoeffizienten.

Die Untersuchung der Verteilung von V_{CFmean} , V_{CFmax} und ΔV_{CF} ergab, daß ihre Werte, ebenso wie die der linksventrikulären Hinterwanddicke LVPW, einer Normalverteilung folgen. Die Verteilung der Werte läßt aber den Schluß nicht zu, daß eine einzelne Bestimmung der indirekten Kontraktilitätsparameter eine Aussage über eine normale oder pathologische Funktionsfähigkeit des Myokards des linken Ventrikels eines Patienten ermöglicht.

Die Berechnung der Korrelationskoeffizienten ergab eine mittelstarke Korrelation lediglich für V_{CFmean} /Herzfrequenz, die besagt, daß bei steigender Herzfrequenz die Werte für V_{CFmean} steigen.

Schließlich interessierte, ob ΔV_{CF} in seinem Aussagewert V_{CFmean} und V_{CFmax} überlegen ist. Bei der Bearbeitung dieser Fragestellung ließ sich feststellen, daß ΔV_{CF} im Vergleich zu V_{CFmax} aussagekräftigere Ergebnisse erzielte, während gegenüber V_{CFmean} eine geringere Aussagekraft ermittelt wurde.

G: LITERATURVERZEICHNIS

1. BAUEREISEN, E.
- Herz. aus: KEIDEL, W. D.: Kurzgefaßtes Lehrbuch
der Physiologie -
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1975
2. BELENKIE, I., D.O. NUTTER, D.W. CLARK, D.B. McCRAW,
A.E. RAIZNER
- Assessment of left ventricular dimension and
function by echokardiography -
Am J Cardiol 31 (1973) 755 - 762
3. BENZING, G., J. STOCKERT, E. NAVE, S. KAPLAN
- Evaluation of left ventricular performance circum-
ferential fiber shortening and tension -
Circulation 49 (1974) 925 - 932
4. BOWYER, A.F., R.V. JUTZY, J. COGGIN, R.B. CRAWFORD,
V.J. JOHNS
- Contributions of ultrasound to the study of upright
man (abstr.).-
Am J Cardiol 21 (1968) 92
5. COOPER, R.H., R.A.O'ROURKE, J.S. KARLINER, K.L. PETERSON,
G.R. LEOPOLD
- Comparison of ultrasound and cineangiographic
measurements of the mean rate of circumferential fiber
shortening in man -
Circulation 46 (1972) 914 - 923
6. EDLER, I., C.H. HERTZ
- Use of the ultrasonic reflectoscope for continous
recording of movements of heart walls -
Kunl Fysiogr Sallsk Handl 24 (1954) 40 - 58
7. EDLER, I., A. GUSTAFSON, T. KARLEFORS, B. CHRISTENSON
- Ultrasound cardiography -
Acta Med Scand 170 (Suppl. 370) (1961) 67
8. FEIGENBAUM, H., J.A. WALDHAUSEN, L.P. HYDE
- Ultrasound diagnosis of pericardial effusion -
JAMA 191 (1965) 711 - 714
9. FEIGENBAUM, H., R.L. POPP, J.N. CHIP, C.L. HAINE
- Left ventricular wall thickness measured by
ultrasound -
Arch Intern Med 121 (1968) 391 - 395

10. FEIGENBAUM, H.
- Echocardiography -
Philadelphia. Lea & Febiger 1972
11. FEIGENBAUM, H.
- Echocardiographic examination of the left ventricle -
Circulation 51 (1975) 1 - 7
12. FISHER, E., I. DUBROW, A. HASTREITER
- Simplified estimation of left ventricular
contractility in infants and children -
Circulation 45 (Suppl II) (1972) 150
13. FORTUIN, N.J., W.P. HOOD, E. SHERMAN, E. CRAIGE
- Determinations of left ventricular volumes by
ultrasound -
Circulation 44 (1971) 575 - 584
14. FORTUIN, N.J., W.P. HOOD, E. CRAIGE
- Evaluation of left ventricular function by
echocardiography -
Circulation 46 (1972) 26 - 35
15. GOLDBERG, St., J.
- Pediatric and adolescent echocardiography -
Year Book Medical Publishers. Chicago 1975
16. GROSSMAN, W., L.P. McLAURIN, S.P. MOOS, M. STEFADOUROS,
D.T. YOUNG
- Wallthickness and diastolic properties of the left
ventricle -
Circulation 49 (1974) 129 - 135
17. HIRSCHFELD, S., R. MEYER, D.C. SCHWARTZ, J. KORFHAGEN,
S. KAPLAN
- Measurement of right and left ventricular time
intervals by echocardiography -
Circulation 51 (1975) 304 - 309
18. IMMICH, H.
- Medizinische Statistik -
Schattauer-Verlag, Stuttgart 1974
19. KARLINER, J.S., J.H. GAULT, D. ECKBERG, C.B. MULLINS,
J. ROSS
- Mean velocity of fiber shortening. A simplified
measure of left ventricular myocardial contractility -
Circulation 44 (1973) 323 - 333
20. KARLINER, J.S., P. LUDBRICK, R.O'Rourke, K. PETERSON,
G. LEOPOLD
- Posterior wall velocity: An unreliable index of left
ventricular contractility -
Circulation 44 (Suppl II) 45 (1972) 45

21. KAYE, H.H., M. TYNAN, S. HUNTER
- Validity of echocardiographic estimates of left ventricular size and performance in infants and children -
Br Heart J 37 (1975) 371 - 375
22. KRAUNZ, R.F., J.W. KENNEDY
- Ultrasonic determination of left ventricular wall motion in normal man -
Studies at rest and after exercise
Am Heart J 79 (1970) 36 - 43
23. KRAUNZ, R.F., T.J. RYAN
- Ultrasound measurements of ventricular wall motion following administration of vasoactive drugs -
Am J Cardiol 27 (1971) 464 - 471
24. LUDBROCK, P., J.S. KARLINER, K. PETERSON, G. LEOPOLD, R.A.O'ROURKE
- Comparison of ultrasound and cineangiographic measurements of left ventricular performance in patients with and without wall motion abnormalities -
Br Heart J 35 (1973) 1026 - 1032
25. MASON, D.T.
- Usefulness and limitations of the rate of rise of interventricular pressure (dp/dt) in the evaluation of contractility in man -
Am J Cardiol 23 (1969) 516 - 527
26. McDONALD, I.A., H. FEIGENBAUM, S. CHANG
- Analysis of left ventricular wall motion by reflected ultrasound. Application to assessment of myocardial function -
Circulation 46 (1972) 14 - 25
27. MEYER, R.A.
- Pediatric echocardiography -
Philadelphia, Lea & Febiger 1977
28. MOST, E.
- Persönliche Mitteilung -
29. MURRAY, J.A., W. JOHNSTON, J.M. REID
- Echocardiographic determination of left ventricular dimensions, volumes, and performance -
Am J Cardiol 30 (1972) 252 - 257
30. PETERSON, K.L., J.B. UTHUR, R. SHABETAI, E. BRAUNWALD
- Assessment of left ventricular performance in man. Instantaneous tension-velocity-length relations. Obtained with the aid of an electromagnetic velocity catheter in the ascending aorta -
Circulation 47 (1973) 924 - 935

31. POMBO, J.F., B.L. TROY, R.O. RUSSEL
- Left ventricular volumes and ejection fraction by
 echocardiography -
 Circulation 43 (1971) 480 - 490
32. POPP, R.L., K. FILLY, O.R. BROWN, D.C. HARRISON
- Effect of transducer placement on echocardiographic
 measurement of left ventricular dimensions -
 Am J Cardiol 35 (1975) 537 - 545
33. POPP, R.L., D.C. HARRISON
- Ultrasonic cardiac echography for determining
 stroke volume and valvular regurgitation -
 Circulation 41 (1970) 493 - 501
34. QUINONES, M.A., W.H. GAASCH, J.S. COLE, J.K. ALEXANDER
- Determination of the time course of left ventricular
 wall stress and velocity of fiber shortening in man
 by simultaneous left ventricular pressure and
 echocardiographic recording: preliminary report -
 Cardiovasc Res Cen Bull 13 (1975 b) 63 - 77
35. QUINONES, M.A., W.H. GAASCH, J.K. ALEXANDER
- Echocardiographic assessment of left ventricular
 function. With special reference to normalized
 velocities -
 Circulation 50 (1974) 42 - 51
36. QUINONES, M.A., W.H. GAASCH, J.S. COLE, J.K. ALEXANDER
- Echocardiographic determination of left ventricular
 stress-velocity relations in man. With reference to
 the effects of loading and contractility -
 Circulation 51,2 (1975a) 689 - 700
37. ROELANDT, J.
- An introduction to echocardiography -
 Rotterdam 1976
38. SAHN, D.J., W.J. DEELY, A.D. HAGAN, W.F. FRIEDMAN
- Echocardiographic assessment of left ventricular
 performance in normal newborns -
 Circulation 49 (1974) 232 - 236
39. SJOGREN, A.L., L. HYTONEN, M.H. FRICK
- Ultrasonic measurements of left ventricular wall
 thickness -
 Chest 57 (1970) 37 - 40
40. SONNENBLICK, E.H., W.W. PARMLEY, C.W. URSCHEL
- The contractile state of the heart as expressed by
 force-velocity relations -
 Am J Cardiol 23 (1969) 488 - 503

41. STEFAN, G.
 - Echokardiographie Methodik, Ergebnisse, Grenzen -
Boehringer Mannheim 1976
42. STEFAN, G.
 - Ultrasonic assessment of left ventricular contractility
following administration of vasoactive drugs.
Z.n.: STEFAN, G.: Echokardiographie Methodik,
Ergebnisse, Grenzen -
Boehringer Mannheim 1976
43. WEISSLER, A.M., W.S. HARRIS
 - Systolic time intervals in heart failure man -
Circulation 37 (1968) 149

H: DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. med. F. Hilgenberg danke ich für die Überlassung des Themas der Arbeit und die Unterstützung während der Anfertigung der Arbeit.

Herrn Dr. med. J. Pfefferkorn gilt mein besonderer Dank für die Erstellung der Echokardiogramme und die Unterstützung bei der Beurteilung derselben.

Herrn Dipl.-Inform.-Med. V. Krieg danke ich für die Hilfe bei der Bearbeitung des statistischen Teils dieser Arbeit.

I: LEBENS LAUF

Am 11. 6. 1955 wurde ich als Sohn des Verwaltungsangestellten Hans Seggewiß und seiner Ehefrau Elisabeth Seggewiß, geb. Unland, in Bocholt geboren. Seit dem 25. 9. 1979 bin ich verheiratet mit Dr. med. Kornelia Seggewiß, geb. Hesselbacher.

Von Ostern 1962 bis Ostern 1966 besuchte ich die Volksschulen Edith-Stein-Schule und Hohe-Giethorst-Schule in Bocholt. Von Ostern 1966 bis Juni 1973 besuchte ich das St. Georg-Gymnasium in Bocholt, von August 1973 bis Juni 1974 das Euregio-Gymnasium in Bocholt, wo ich am 19. 6. 1974 die Reifeprüfung bestand.

Vom Wintersemester 1974 bis zum Sommersemester 1976 studierte ich in Köln Medizin. Am 27. 8. 1976 bestand ich in Köln die Ärztliche Vorprüfung.

Seit dem Wintersemester 1976 setzte ich das Studium der Medizin an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster fort. Am 26. 8. 1977 bestand ich in Münster den 1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung. Den 2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung bestand ich am 14. 3. 1980 in Münster.

